

## БАЛАНСОВЫЕ РАСЧЕТЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ОРОШАЕМЫХ ПОЛЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ТАЛАССКОГО РАЙОНА КЫРГЫЗСТАНА)

*Н.И. Иванова, Б.Ш. Баратова*

Приводятся расчеты климатического и естественного дефицитов водного баланса на примере орошаемых массивов Таласского района Кыргызстана. Рассматривается возможность применения предлагаемых параметров для дифференцируемого регулирования водного режима орошаемых полей.

*Ключевые слова:* дефицит; водный баланс; влагоемкость; орошаемый массив; регулирование.

В практике поливного земледелия при планировании режима орошения требуется решать следующие задачи: определение количества воды для восполнения дефицита влажности в корнеобитаемой зоне, назначение сроков поливов с целью сведения к минимуму непроизводительных потерь поливной воды, согласование режима поливов с другими сельскохозяйственными операциями. Их решение может быть осуществлено с применением различных способов математического моделирования – линейного или динамического программирования и др. [1]. В зависимости от специфики поставленных задач основное внимание при моделировании уделяют выявлению функциональных зависимостей между различными группами факторов.

Большинство из известных в настоящее время моделей сводится к формализации водно-энергетического баланса корнеобитаемого слоя почвы, занятого сельскохозяйственными растениями, и моделированию процессов поддержания оптимального водного режима почв в течение периода вегетации возделываемых культур.

Принципиальное уравнение оптимального водного баланса корнеобитаемого слоя почвы при орошении, алгоритмизируемое в моделях, имеет вид [2]:

$$W(t) = W(o) + X + K - I - Y - E_c + M, \quad (1)$$

где  $W(t)$  – запасы воды в почве, мм, на период времени  $t$ ,  $W(t) < W_{кр}$  :  $W_{кр}$  – критическая влажность почвы (и соответствующее ей содержание воды в корнеобитаемом слое);  $X$  – атмосферные осадки, мм;  $K$  – расход грунтовых вод в зону аэрации, мм;  $I$  – инфильтрация влаги за пределы зоны аэрации, мм;  $Y$  – поверхностный сток, мм;  $E_c$  – суммарное испарение, мм;  $M$  – поливная норма, необходимая для выполнения условия  $W(t) > W_{гр}$ , мм.

Оросительная норма представляет собой сумму поливных норм за период вегетации. Биологическая продуктивность зависит от интенсивности процессов транспирации и фотосинтеза, которые, в свою очередь, определяются влагозапасами в почве и физиологическими особенностями потребления воды растениями.

Таким образом, потребность растений в искусственном орошении (дефицит водопотребления  $D_E$ ) определяют двумя физически единичными, но разными по форме записи выражениями:

$$D_E = W_{оп} - W_{факт} \text{ и } D_E = E_{оп} - E_c, \quad (2)$$

где  $W_{оп}$  и  $E_{оп}$  – соответственно оптимальные значения влажности почвы в корнеобитаемом слое и суммарного испарения из него в принятых водно-энергетических условиях, обеспечиваю-

щих оптимальную биологическую продуктивность растений;  $W_{\text{факт}}$  и  $E_c$  – фактические значения тех же параметров в условиях естественного увлажнения.

Техническое задание на проектирование оросительных систем, работающих в автоматическом режиме, разрабатывается на основе математической модели требований растений к водному фактору и оценки точности всех параметров, с учетом качественной и количественной характеристик регулируемого водного режима. С качественной стороны водный режим характеризуется показателями наличия, подвижности и доступности почвенной влаги, а с количественной – водным балансом:

$$(V_E + V_{cf}) - (V_{zp} + V_o) = Ve, \quad (3)$$

где  $V_E$  – скорость водопотребления (транспирация + испарение);  $V_{cf}$  – скорость суммарных непродизводительных потерь влаги полем на сток и фильтрацию,  $V_{zp}$  и  $V_o$  – скорость естественного поступления влаги в слой почвы соответственно от грунтовых вод и осадков,  $Ve$  – скорость образования естественного дефицита влаги в почве.

Таким образом, все величины в формуле (3) выражены в показателях скорости, преимущества чего подтверждаются ходом дальнейших вычислений.

Для относительного сравнения водообеспеченности по площадям отдельных районов удобно пользоваться скоростью формирования климатического дефицита  $V_K$ :

$$V_K = V_E - V_o. \quad (4)$$

Скорость образования климатического дефицита и ее интегральное значение для метеорологических станций Таласского района КР представлена в табл. 1 и 2.

Динамика скорости климатического дефицита и интегральная кривая ее нарастания по среднесуточным данным рассмотрена по двум станциям Таласской долины: Кировская и Талас (см. рисунок). Сравнительные по площадям коэффициенты скорости образования климатического дефицита по метеостанциям возрастали.

Анализируя данные приведенных таблиц, можно отметить следующее:

☞ Относительный площадной коэффициент по интегральной величине скорости образования климатического дефицита для вегетационного периода, начиная с мая месяца, может быть принят постоянным и равным для Таласа 1,0; для Кировской – 0,8.

☞ Величина климатического дефицита по объему и скорости образования имеет наибольшее значение для Таласа и наименьшее для Кировской.

Таблица 1

Среднесуточные среднесуточные значения испаряемости, осадков и климатического дефицита влаги (станция Талас)

Месяц	Испаряемость, мм	Среднесуточная испаряемость, мм/сут.	Интегральная среднесуточная испаряемость, мм/сут.	Осадки, мм	Среднесуточное значение осадков, мм/сут.	Интегральное значение среднесуточного значения осадков, мм/сут.	Интегральный климатический дефицит влаги, мм/сут.
	$V_E$	$V_E/t$	$\sum V_E$		$V_o$	$V_o/t$	
1	24	0.77	0.77	16	0.52	0.52	0.25
2	28	0.97	1.74	21	0.75	0.75	0.57
3	38	1.23	2.97	38	1.23	1.23	0.47
4	86	2.87	5.84	57	1.90	1.90	1.44
5	129	4.16	10	51	1.65	1.65	3.95
6	171	5.70	15.70	34	1.13	1.13	8.52
7	209	6.74	22.40	18	0.58	0.58	14.64
8	199	6.42	28.86	10	0.32	0.32	20.78
9	149	4.97	33.83	11	0.37	0.37	25.38
10	92	2.97	36.80	25	0.81	0.81	27.54
11	47	1.57	38.37	29	0.97	0.97	28.14
12	33	1.06	39.43	19	0.61	0.61	28.59

Таблица 2

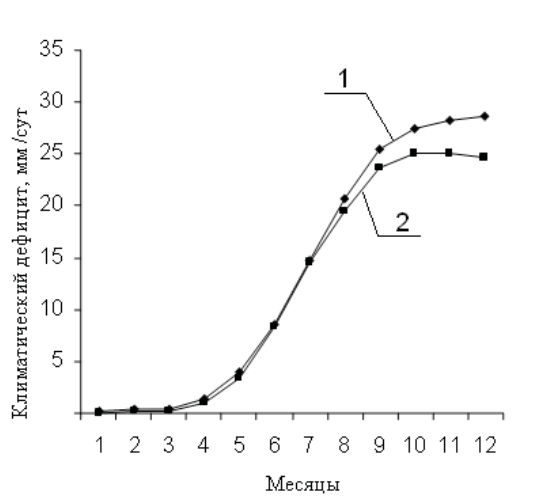
Среднемноголетние среднесуточные значения испаряемости, осадков и климатического дефицита влаги (станция Кировская)

Месяц	Испаряемость, мм	Среднесуточная испаряемость, мм/сут.	Интегральная среднесуточная испаряемость, мм/сут.	Осадки, мм	Среднесуточное значение осадков, мм/сут.	Интегральное значение среднесуточного значения осадков, мм/сут.	Интегральный климатический дефицит влаги, мм/сут.
	$V_E$	$V_E/t$	$\sum V_E$	$V_o$	$V_o/t$	$\sum V_o$	$\sum V_k$
1	10	0.32	0.32	9	0.29	0.29	0.03
2	16	0.57	0.89	14	0.50	0.79	0.10
3	32	1.03	1.92	32	1.03	1.82	0.10
4	80	2.67	4.59	54	1.8	3.62	0.97
5	126	4.06	8.65	50	1.61	5.23	3.42
6	185	6.17	14.82	38	1.27	6.5	8.32
7	217	7.00	21.82	22	0.71	7.21	14.61
8	198	6.39	28.21	12	0.39	7.6	19.49
9	136	4.53	32.74	13	0.43	8.03	23.59
10	74	2.39	35.13	28	0.9	8.93	25.08
11	30	1	36.13	33	1.1	10.03	24.98
12	14	0.45	36.58	25	0.81	10.84	24.62

Таблица 3

Коэффициенты сравнения (по площади) скорости образования климатического дефицита метеостанции Кировская относительно метеостанции Талас

	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Среднее
$\sigma v_k$	0,78	0,82	0,81	0,78	0,76	0,80	0,98	0,80
$\sigma \sum v_k$	0,78	0,80	0,82	0,81	0,80	0,79	0,79	0,80



Интегральные кривые скорости нарастания климатического дефицита по метеостанциям Таласской долины: 1 – Талас; 2 – Кировская.

↪ Полученные данные можно использовать для ориентировочного нахождения более точной и конкретной величины – скорости образования естественного дефицита  $V_e$ , которая учитывает скорость поступления грунтовых вод, в зависимости от их глубины и биологических особенностей культуры ( $V_{гр}$ ).

Скорость образования естественного дефицита  $V_e$  можно определить непосредственным измерением или расчетом статей левой части уравнения водного баланса (1). За расходную статью принимается скорость суммарного испарения ( $V_E$ ). Расход воды на фильтрацию и сток необходимо принимать равными нулю при автоматизированных поливах, или строго учитывать этот расход на промывные поливы, сбросы для создания равномерности увлажнения площадки одновременного полива [3].

Имея данные о скорости образования естественного дефицита, возможно прогнозировать сроки поливов по методике, изложенной в [4, 5].

### **Литература**

1. *Беляева Т.В., Местечкин В.Б.* Опыт математического моделирования водопотребления в орошаемом земледелии //Обзорная информация: ВАСХНИЛ. – М., 1983. – 72 с.
2. *Воропаев Г.В., Местечкин В.Б.* Физико-географические основы формирования водохозяйственных балансов. – М.: Наука, 1981. – 135 с.
3. *Суюмбаев Дж.А.* Комплексная мелиорация орошаемых земель Кыргызстана. – Бишкек: Кырг. аграр. акад., 2000. – 122 с.
4. *Иванова Н.И.* Методологические основы получения исходной информации при регулировании водного режима орошаемых полей // Мат-лы науч.-практ. семинара, посвящ. I съезду ученых КР. – Вып. 3. – Ч. 2. – Бишкек, 2001. – С. 9.
5. *Иванова Н.И., Абдиева С.В.* Экспериментальная проверка алгоритмов по регулированию водного режима на каменистых почвах // Сб. научн. тр. КАА. Вып. I. –Бишкек, 1999. – С. 11–16.